

Запропонована корекція пристрою введення струму, яка компенсує похибку високовольтного вимірювального трансформатора струму.

УДК 621.314

В.У. Кизилов, канд. техн. наук

Н.В. Рудевіч,

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ

Вимірювання струму є важливою задачею в енергетиці. При вимірюванні струму похибка залежить від похибки високовольтного вимірювального трансформатора струму (ВВТС), пристрою введення струму (ПВС) та вимірювального пристрою. Зазвичай, ПВС вмонтовані у вимірювальні пристрої і їх загальна похибка значно нижче ніж у ВВТС. Отже головним джерелом похибки вимірювання струму є ВВТС.

В роботі [1] наведена класифікація всіх існуючих способів підвищення точності вимірювальних трансформаторів струму (ВТС), наведені недоліки та переваги кожного з них. Найбільш ефективним і не витратним способом підвищення точності ВТС є електронна компенсація похибки. Нажаль її використання для ВВТС обмежено внаслідок обмеженої потужності операційного підсилювача, який є невід'ємним елементом всіх схемних рішень з таким видом компенсації. Використання ж електронної компенсації похибки для ПВС забезпечує високу точність перетворення вторинного струму ВВТС, при цьому не враховуючи похибку самого ВВТС.

Авторами цієї статті робиться спроба створення такого ПВС, котрий би компенсував похибку самого ВВТС.

Пропонований пристрій зображений на рисунку 1.

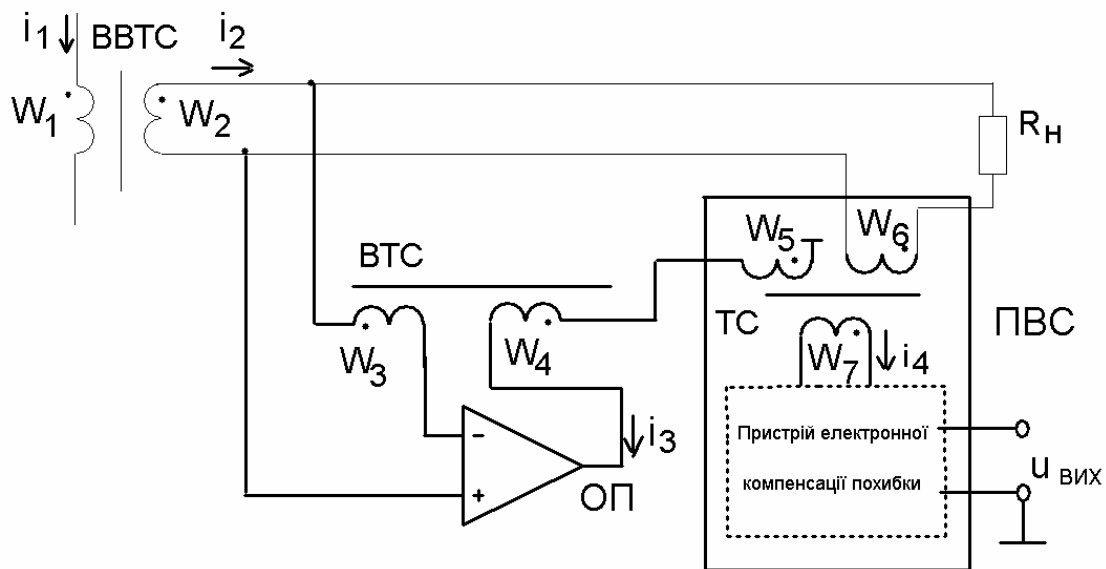


Рис.1

Пристрій працює наступним чином.

Різниця напруг вторинної обмотки ВВТС і індикаційної обмотки W_3 ВТС підключена до входу операційного підсилювача (ОП) таким чином, що вихід ОП створює

таке значення струму в W_4 , що напруга на вході ОП дорівнюється нулю. При виборі параметрів ВТС такими, що індукції в осердях ВТС і ВВТС однакові, напруженості їх магнітних полів теж однакові, а оскільки струм є тільки в обмотці W_4 , приєднаної до ОП, то згідно з закону повного струму для ВТС, струм i_3 визначається із співвідношення:

$$i_3 = \frac{H_1 l_1}{W_4} = \frac{H l_1}{W_4} = \frac{H l_1 W_1}{W_4 l W_1} = \frac{l_1 W_1}{l W_4} i_\mu, \quad (1)$$

де H_1, H - напруженість магнітного поля осердя ВТС, ВВТС відповідно;

l_1, l - довжина лінії магнітного поля осердя ВТС, ВВТС відповідно;

W_1, W_4 - число витків первинної обмотки ВВТС, ВТС відповідно;

$i_\mu = \frac{H l}{W_1}$ - струм намагнічування ВВТС.

Таким чином, i_3 пропорційний струму намагнічування ВВТС.

Оскільки напруги на індикаційних обмотках ВТС і ВВТС рівні, то по закону електромагнітної індукції:

$$W_2 S \frac{dB}{dt} = W_3 S_1 \frac{dB_1}{dt} \quad (2)$$

Для рівності $\frac{dB}{dt} = \frac{dB_1}{dt}$, згідно з (2) необхідно, щоб:

$$W_2 S = W_3 S_1, \quad (3)$$

де S, S_1 - поперечний переріз осердя ВВТС, ВТС відповідно;

W_3 - число витків індикаційної обмотки ВТС;

W_2 - число витків вторинної обмотки ВВТС;

тоді $H = H_1$ та $i_3 W_4 = H l_1 = H l$

Згідно з закону повного струму для ВВТС та трансформатора струму (ТС) ПВС відповідно:

$$\dot{i}_2 = \frac{\dot{i}_1 W_1}{W_2} - \frac{H l_1}{W_2} \quad (4)$$

$$\dot{i}_4 = \frac{\dot{i}_3 W_5}{W_7} + \frac{\dot{i}_2 W_6}{W_7}, \quad (5)$$

де W_5, W_6 - число витків первинних обмоток ТС ПВС;

W_7 - число витків вторинної обмотки ТС ПВС;

i_1 - вимірювальний струм;

i_2 - вторинний струм ВВТС та первинний струм ТС ПВС;

i_4 - вторинний струм ТС ПВС.

При підстановці (4) в (5) маємо:

$$\dot{i}_4 = \frac{\dot{i}_3 W_5}{W_7} + \frac{\dot{i}_1 W_1 W_6}{W_2 W_7} - \frac{H_1 I_1 W_6}{W_2 W_7} \quad (6)$$

Для виконання $\dot{i}_4 = \dot{i}_1 \frac{W_1 W_6}{W_2 W_7}$ необхідно щоб:

$$\frac{\dot{i}_3 W_5}{W_7} = \frac{H_1 I_1 W_6}{W_2 W_7} \quad (7)$$

При підстановці (1) в (7) маємо:

$$\frac{I_1 W_5}{W_4} = \frac{H_1 I W_6 W_7}{W_2 W_7 H} = \frac{I W_6}{W_2} \quad (8)$$

Отже при виконанні співвідношень (8) та (3) має місце компенсація струму намагнічування ВВТС, а отже і помилки ВВТС, і на виході ПВС буде сигнал пропорційний вимірювальному струму.

Пропонований пристрій дозволяє одержати струм, пропорційний вимірювальному струму з високою точністю. Усі навантаження, які не потребують високої точності вимірювання живляться як звичайно і пропонований пристрій не знижує надійності вимірювання для цих навантажень. Пропонований пристрій може використовуватись як окремий пристрій, так і в складі з будь-яким вимірювальним пристроєм.

Використання пропонованого пристрою дає можливість додавати струм i_3 через додаткову обмотку не тільки для одного ТС ПВС, а й для декілька ТС ПВС за допомогою таких самих додаткових обмоток, з'єднаних послідовно одна з одною. У якості ТС з пристроєм електронної компенсації похибки може використовуватись будь-яке відоме схемне рішення [2-4], яке буде задовольняти висунутим до нього вимогам.

Такий пристрій без будь-яких адміністративних документів може бути використаний в локальному вимірювальному пристрої, наприклад, вимірювальному перетворювачі активної потужності чи лічильники електроенергії, котрі є найважливішими засобами вимірювання в енергетиці.

Додання такого пристрою до ВВТС для використання усіма засобами вимірювання потребує введення додаткового стандарту на вихідний струм ВВТС.

Можливо також виготовлення ВВТС з більшою похибкою на більш дешевому феромагнітному матеріалі і підвищення точності здійснювати пропонованим пристроєм. Необхідно відмітити, що пропонований пристрій може бути використаний і для діючих ВВТС.

Література

1. Кизилів В.У., Рудевіч Н.В. Способи підвищення точності вимірювальних трансформаторів струму // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Василенка. Випуск 57 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Том 1. – Харків: ХНТУСГ, 2007. – С.37 – 41.
2. Булычев А.В., Ванин В.К. Анализ входных преобразователей сигналов для устройств релейной защиты на интегральных микросхемах // Электричество. – 1985. – №9. – С.

3. Измерительный преобразователь тока в напряжение: А.С. 1661652. СРСР. G01R19/00 / В.У. Кизилов, А.Н. Баранов - №4430559/21; Заявл. 23.05.88; Опубл. 07.07.91, Бюл. №25.

4. Устройство для измерения электрических токов: А.С.1394153. СРСР. / Йохен Эрмиш, Вернер Бренднер - №7771450/24-21; Заявл. 29.10.80; Опубл. 07.05.88, Бюл. №17.

INCREASE OF EXACTNESS OF MEASURING OF CURRENT

V.U. Kizilov, N.V. Rudevich

Offered correction of device of introduction of current, which compensates the error of high-voltage measuring transformer of current.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА

В.У. Кизилов, Н.В. Рудевич

Предложена коррекция устройства введения тока, которая компенсирует погрешность высоковольтного измерительного трансформатора тока.